

使用後返却願います

2700m<sup>2</sup> 2700m<sup>2</sup>

(4000円) 特 許 願 出 (724, 22, 22, 22)

昭和50年9月15日

特 許 願 出

1. 発明の名称 内燃機関用電気火花点火機

2. 特許請求の範囲に記載された発明の概 2

3. 発明者

兵庫県川西市栄町2丁目2番地56

発 明 者

(ほか1名)

4. 特許出願人

大阪府大阪市東淀川区三島屋中2丁目5番4号

新コスモス電機株式会社

代表者 笠 原 昌 雄

5. 代理人 平 山

東京都港区赤坂区南1丁目18番6号

小林特高事務所 電話(03)4672451

(03) 4672451 小林 特 高

6. 添付書類の目録

- |            |     |
|------------|-----|
| (1) 明 細 書  | 1 通 |
| (2) 図 面    | 1 通 |
| (3) 特許願本   | 1 通 |
| (4) 委任状    | 1 通 |
| (5) 出願等費用書 | 1 通 |

50 110873

⑨ 日本国特許庁

## 公開特許公報

①特開昭 52-36237

④公開日 昭52.(1977) 3.19

②特願昭 50-110873

③出願日 昭50.(1975) 9.16

審査請求 有 (全14頁)

庁内整理番号

7033 51

⑤日本分類

51 9301

⑥Int. Cl<sup>7</sup>

H01T 13/20

H01T 13/32

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

内燃機関用電気火花点火機

## 2. 特許請求の範囲

(1) 高圧電極と接地電極をもつ2電極火花点火機において、前記高圧電極および接地電極を共にそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極および接地電極を共に副電極としたことを特徴とする内燃機関用電気火花点火機。

(2) 高圧電極、トリガ電極および接地電極をもつ3電極火花点火機において、高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべてそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべて副電極としたことを特徴とする内燃機関用電気火花点火機。

## 3. 発明の詳細な説明

この発明は、電気火花点火機を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することを目的とした内燃機関用電気火花点火機に関するものである。

混合気の混合比を例えば空燃比(空気質量/燃料質量)で表わすとき、電気火花放電によって点火しうる空燃比は、トーチによって点火しうる空燃比よりも大幅に小さい。つまり、燃料の濃い混合気でないとは電気火花では点火できないとされてきた。一方、トーチでは燃発限界空燃比の混合気に至るまで点火できる。

もっとも、この燃発限界空燃比はそれほど明確なものではなく、実験装置と判定条件に大きく左右される。直径50.8mm(2インチ)の管の開口端から閉鎖端へと下向きに伝はんする火炎が途中で消滅する位置が可燃性の高い値を与えることが経験的に知られているに過ぎない。ここではこの方法によって決定された文献値を燃発限界空燃比と見なすこととする。

ガソリン、石油ガス等の炭化水素系燃料と空気との混合気を燃焼させて動力をうる内燃機関においては、燃料を完全燃焼させてH<sub>2</sub>OとCO<sub>2</sub>に酸化させるに必要な量(化学当量比、これは燃発比が決定される)以上の酸素を含むような空燃比

の混合気を使用すれば不完全燃焼生成物である炭化水素(HC)とCOの発生を抑制できる。また、ロータリエンジンのように燃焼室の冷却効率が高い場合か、あるいは空燃比よりさらに低い混合気を使う場合に、燃焼温度が約1200℃以下となるときNO<sub>x</sub>の発生も抑制される。空燃比はガソリン・空気混合気で約14.8、イソブタン・空気混合気で13.4である。

オ1図(a)、(b)は従来の燃焼室点火性の一例を示す要部の縦断面図および底面図である。

接地電極1は幅2.7mm、長さ約5mm、厚さ1.3mmの耐熱性ニッケル合金からなる平板で、高圧電極2は直径1mmの貴金属合金からなる円柱であり、これら接地電極1と高圧電極2は電極間隔しをへだてて対向している。

オ2図(a)~(c)は他の従来の例を示すもので、高圧電極2はオ1図に示したものと同じく直径1mmの貴金属合金からなる円柱であるが、接地電極1はオ1図と同様の平板でオ2図(a)、(c)に示すように、幅1mm程度、厚さ0.5mm程度のアーパ

けじ子溝1'を接地電極1の長さ方向に形成したものである。

上記のような従来の燃焼室点火性を用いた通常のガソリンエンジンには空燃比10~15の燃料過剰の混合気が使われているので、炭化水素、COおよびNO<sub>x</sub>が排気中に含まれている。これを改良するために点火栓付近のみ過剰混合気を形成せしめて点火し、全体としては過剰な混合気を燃焼させるための内燃機関が種々開発されつつある。このような混合気空燃比の空間(場所)的分布を形成する方法の他に、空燃比の時間的分布を改良した内燃機関もある。すなわち、液体燃料を使用するとき完全に気化していないので、放電点火時の実効空燃比が大きく点火し難い。気化器を改良して液体燃料の気化率を高めるならば放電点火時の実効空燃比を小さくし点火し易くすることができ、このような複雑な内燃機関は、コスト上昇を招くのみならず、最適動作条件の調査が困難であり、また、最適状態の安定性に欠け、量産製造技術も極めて困難にならざるを得ない。

この発明は上述の点にかんがみなされたもので、点火性自体を改良するだけで、点火限界空燃比範囲を拡大し点火限界電極間隔を短縮せんとするものであり、これによって内燃機関の排ガス特性の改善を容易にせんとするものである。以下図面を用いてこの発明を詳細に説明する。

オ3図~オ8図はそれぞれこの発明の2電極点火性の一実施例を示すもので、オ3図(a)は2電極点火性全体の縦断面図、オ3図(b)はオ3図(a)の要部断面図、オ3図(c)は同じく底面図を示し、オ4図(a)、(b)~オ8図(a)、(b)の各実施例においては、各(a)図がオ3図(b)と同様の2電極点火性の要部断面図を、各(b)図がオ3図(c)と同様の底面図をそれぞれ拡大して示したものである。これらの図において、21は突起した接地電極、22は高圧電極、23は耐熱性ニッケル合金などからなる導電性の電極支持部材、24は電気絶縁性高アルミナ質絶縁器からなる絶縁性の電極支持部材、25は外周、26は中軸、27は高圧電極端子、28はガスクケット、29は突起外周25に形成されたねじであ

り、200は2電極点火性全体を示し、1は電極間隔、 $h_1$ は突起接地電極21の突起高、 $h_2$ は突起高圧電極22の突起高である。

接地電極21は高圧電極22と電極間隔しをへだてて対向している。接地電極21および高圧電極22はいずれも耐熱耐酸性にすぐれた貴金属系合金、例えばPt、Fe、Auなど、またはこれらの合金もしくはニッケル合金などからなる直径1.7mm以下、好ましくは直径1mm前後の細電極とする。

接地電極21は、例えば厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材23から突起高 $h_1$ だけ突起させて溶接、打込み、圧入もしくは押し込んでからかしめる等種々の方法で、突起電極支持部材23に固着する。また、突起突起高 $h_1$ は約0.25mm以上にするとき良好な結果が得られる。接地電極21は電極支持部材23を介して外周25に接続されており、外周25は接地電極端子を兼ねる。電極支持部材23はオ4図(b)によく示すように先端の幅を狭くするとさらに良い結果が得られる。また、オ5図(a)、(b)、オ

6図(a)、(b)にそれぞれ示すように接地電極21と電極支持部材23とは同一物で一体に構成してもよい。すなわち、電極支持部材23としてのたとえば直径1.5mmの貴金属系合金もしくは耐熱ニッケル合金からなるものを5図(a)のように先端を折り曲げて接地電極21としてもよい。さらに、あらかじめ先端をたとえば長さ0.25mm以上にわたって直径1mmの内径に切削加工した電極支持部材23としてのたとえば直径2mmの貴金属系合金からなる棒を6図(a)のように折り曲げて固くした先端部を接地電極21として用いることもできる。6図(a)、(b)の実施例では電極支持部材23の棒の太さを定めることにより、熱伝の適定も容易に行える。

高圧電極22は、たとえば電気絶縁性高アルミナ質絶縁体からなる電極支持部材24の先端より突起高 $h_2$ だけ突起させて固定され、耐熱ニッケル合金などからなる中軸26を介して高圧電極端子27に接続されている。突起突起高 $h_2$ は0.25mm以上にすると良好な結果が得られる。

中間域にあり接地電極31から電極間隔 $L_{12}$ に位置する。トリガ電極33は耐熱耐酸性にすぐれた貴金属系合金、もしくはニッケル合金などからなる直径1.7mm以下、好ましくは直径1mm以下の細電極とする。

トリガ放電の電力は小さく、消滅は少ないからトリガ電極33は先端をとがらすこともできる。トリガ電極33はたとえば直径2mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材34に突起高 $h_3$ だけ突起させて固定するが、突起高 $h_3$ は0.25mm以上にすると良い結果が得られる。トリガ電極33は電極支持部材34を介してトリガ電極端子40に接続されている。この3電極点火栓300の使用にあたってはトリガ電極端子40は抵抗器あるいはコンデンサを介して高圧電極端子38あるいは接地電極端子に相当する外周37に接続するならば、トリガ放電用の特別な電線を引くなくても2電極点火栓用の点火電線で駆動することもできる。

次にこの発明による点火栓の空気・燃料混合気に対する点火特性を説明する。上述したようにこ

特開第52-36237(3)

オ7図(a)、(b)は接地電極21と高圧電極22とを指向させ対向させた例を示し、また、オ8図(a)、(b)は同じく対向させ対向させた接地電極21と高圧電極22とを耐久性向上のための2組設けた例を示す。同様にして接地電極21と高圧電極22と3組以上あってもよいことは言うまでもない。

オ9図(a)、(b)はこの発明の3電極点火栓の一実施例を示すもので、31は突起した接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、34、35、36はそれぞれ接地電極、高圧電極、トリガ電極の電極支持部材、37は外周、38は中軸、39は高圧電極端子、40はトリガ電極端子、41はガスケット、42はねじ、300は3電極点火栓全体を示す。このうち接地電極31と高圧電極32とは主電極間隔 $L_{12}$ をへだてて対向している。突起接地電極31と高圧電極32はそれぞれの電極支持部材34、35から $h_1$ および $h_2$ の突起高である0.25mm以上突起させて固定されている直径1.7mm以下の細電極で、これまでに述べた2電極点火栓の場合と同様の方法で構成できる。トリガ電極33は接地電極31と高圧電極32との

の発明の特徴は電極部の構造にあるから、主として2電極点火栓に就いて詳しく述べる。オ3図における高圧電極22および接地電極21の両方を細電極とし、かつそれぞれの電極支持部材23、24から突起させると点火条件が改善され、十分に燃焼混合気に点火できる事実を明確かつ詳細に説明するため、放電限界間隔が大きくとれる1気圧燃焼混合気についての実施例をオ10図、オ11図、およびオ12図に示す。この実施例では点火限界空燃比を定量的に正確に求めるために、液体燃料を避けインジウムガスを使用した。

オ10図は点火限界空燃比領域の電極間隔依存を示す。横軸は電極間隔 $L$ 、左側縦軸はインジウム空燃比、右側縦軸はガソリン換算空燃比を表わす。曲線Uはこの発明によるオ3図(a)~(c)に示した2電極点火栓200に、高出力型のイグニッションコイル(一次定格12V、4.1A、蓄積エネルギー72mJ)をセイトランジスタ開閉器で駆動させて発生した35KVの実測電圧を印加した場合の点火限界空燃比曲線であり、曲線Uより下の領域が点

を示す。この場合、2電極点火は200の接地電極21および高圧電極22に共に直径1mmの白金円柱を用い、それぞれの電極支持部材23, 24からの突起高は $h_1 = h_2 = 1\text{mm}$ とした。接地電極21の電極支持部材23には厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱ニッケル合金を用いた。また、曲線Vは接地電極21および高圧電極22に共に直径2.55mmの耐熱ニッケル合金を用い、それぞれの電極支持部材23, 24からの突起高は $h_1 = h_2 = 5\text{mm}$ とした点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合である。また、曲線Wはオ1図(a), (b)に示した従来の放電点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合である。なお、上記実施例の2電極点火200では高圧電極22には突起高 $h_2 = 1\text{mm}$ で、直径1mmの白金合金円柱を用いているが、オ1図(a), (b)に示した従来の放電点火栓には厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱ニッケル合金をそのまゝ用い、電極面を突出させていない。曲線Wはオ2図(a), (c)に示したような接地電極板の長さ方向にU字

特開第52-36237(特) 図1'を形成した従来の放電点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合の特性を示す。水平点線 $X_1$ は発火限界空燃比レベル、水平点線 $X_2$ は燃焼限界空燃比レベル、水平点線 $X_3$ はイソプタン空燃比=20(ガソリン空燃比=17.8)のレベルを示す。垂直点線 $Y_1$ は曲線Uと水平点線 $X_1$ との交点を通る垂線、垂直点線 $Y_2$ は曲線Uと水平点線 $X_2$ との交点を通る垂線を示す。高圧電極22、接地電極21の両方を電極面とし、かつそれぞれの電極支持部材23, 24から突起高 $h_1, h_2$ 突起させるとき、発火空燃比以上の点火可能領域および点火下限界電極間隔が大幅に拡大されることが曲線Uから一目瞭然である。

オ11図はオ3図(a)~(c)に示したこの発明の2電極点火200の接地電極21に用いた直径1mmの白金円柱の電極支持部材23からの突起高 $h_1$ をパラメータとしたときの1気圧のイソプタン-空燃比混合気についての点火限界空燃比領域の電極間隔依存の実験結果を示す。電極支持部材23は厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの形状であってオ3

図(b)およびオ3図(c)に示すような位置に円柱電極が突起している。高圧電極22には同じく直径1mmの白金円柱を用い、突起高 $h_2$ は1mm一定とした。オ11図において、曲線Aは接地電極21の突起高 $h_1$ が $h_1 = 0\text{mm}$ 、曲線Bは同じく $h_1 = 0.07\text{mm}$ 、曲線Cは同じく $h_1 = 0.14\text{mm}$ 、曲線Dは同じく $h_1 = 0.25\text{mm}$ 、曲線Eは同じく $h_1 = 0.5\text{mm}$ 、曲線Fは同じく $h_1 = 2.0\text{mm}$ の場合の点火限界空燃比-電極間隔曲線をそれぞれあらわす。接地電極21の突起高 $h_1$ を増大させるときに点火可能領域が拡大することが明らかである。

オ12図はオ11図に示した実験結果を電極間隔 $L$ をパラメータとし、接地電極21の突起高 $h_1$ を横軸としてグラフ化したものである。この図で、曲線Mは電極間隔 $L$ が $L = 0.85\text{mm}$ 、曲線Nは同じく $L = 0.9\text{mm}$ 、曲線Oは同じく $L = 1.0\text{mm}$ 、曲線Pは同じく $L = 1.25\text{mm}$ 、曲線Qは同じく $L = 1.5\text{mm}$ 、曲線Rは同じく $L = 2.0\text{mm}$ の場合の点火限界空燃比-接地電極突起高曲線をそれぞれあらわす。いずれの電極間隔においても接地電極21の

突起高 $h_1$ が約0.25mmまでは、突起高 $h_1$ の増大と共に点火限界空燃比が急激に増大するが、突起高 $h_1$ が約0.25mm以上では突起高 $h_1$ の増大に伴う点火限界空燃比の増大はきわめてゆるやかであることがわかる。

上述したような点火限界空燃比の電極間隔、電極太さ、および電極支持部材からの電極突起高依存の作用機構を以下に説明する。

放電により混合気が電気火花のごく周辺で局部的に燃焼して火だねができるが、放電は短時間に終息してしまふ。放電終息後は火だね自身もつ熱力学的量すなわち、エンタルピー、密度および圧力の消滅によって以後の燃焼が決定される。火だねを中心に燃焼域が広がるためには、火だねは周辺の混合気に自己の熱力学的量を与えなければならない。このとき、火だねの熱力学的量は消費される。混合気に与えられた熱力学的量が混合気の燃焼限界以下であるとき、火だねは立消えし、燃焼限界以上であるとき混合気は燃焼し、燃焼混合気ははじめに与えられた熱力学的量より大きい

熱力学的量を新たに発生させるので、火だねは成長する。火だねが単位体積だけ拡大成長するとき新しい混合気の燃焼によって発生する熱力学的量は、単位体積中の燃料の量、すなわち、燃料密度に依存する。燃料密度は空燃比が小なる程、また、圧縮比が大なる程大きい。従って、火だね内の熱力学的量の散逸が一定のときは空燃比が小さく、圧縮比が大なるとき点火燃焼の持続条件は有利となる。また、火だね内の熱力学的量の散逸を小さくすれば、点火燃焼の持続条件に適する空燃比は大きく、圧縮比は小さくすることができる。さらに言うならば、火だね内の熱力学的量の散逸過程の中、可燃性混合気以外への散逸を小さくすることが決定的に重要である。

いま、電極間隔の伸長、電極太さの減少、および電極支持部材からの電極突起高の増大に伴って点火燃焼空燃比が増大することを説明するのであるから、火だね内の熱力学的量の散逸過程の電極間隔、電極太さ、電極突起高依存について説明すればよい。

境界層の厚さは次式で与えられる。

$$\delta \sim \sqrt{\frac{\nu r}{u_0}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで  $r$  は流れにそった固体壁の長さであって、その平均値はここでは円柱電極の断面の半径と同等度と考えることができる。火だね速度を約 600 cm/s とすると火だねの運動粘性率  $\nu \sim 0.26 \text{ cm}^2/\text{s}$  とみなせる。ブタン-空気の火炎速度は  $u_0 \sim 20 \text{ cm/s}$  とみなせるから境界層の厚さは、

$$\delta \sim 0.11 \sqrt{r} \quad \dots \dots \dots (2)$$

で与えられる。

いま電極半径  $r_1 = 0.05 \text{ cm}$  について

$$\delta_1 \sim 0.025 \text{ cm} = 0.25 \text{ mm} \quad \dots \dots \dots (3)$$

太電極半径  $r_2 = 0.128 \text{ cm}$  について

$$\delta_2 \sim 0.039 \text{ cm} = 0.39 \text{ mm} \quad \dots \dots \dots (4)$$

が得られる。

これら境界層内の火炎の運動エネルギーおよび運動量は内部摩擦損失として失われる。いまもし電極間隔  $l \leq 2\delta$  であるならば火だねの成長は困難となる。この場合は混合気の空燃比が小さく

特開 52-36237(5)

混合気体の燃焼は必ず気体の運動を伴う。すなわち燃焼の過程は単に化学的な現象あるいは単なる発熱現象ではなく、成体力学的および熱力学的現象でもある。換言すれば、火だね気体における成分分子の輸送(拡散)とエネルギーの輸送(熱伝導)の他に運動量の輸送(粘性摩擦)を総合的に考えなければならない。特に電気火花点火火だねにおいては火だねに接する電極および電極支持部材の固体壁を通しての運動的な損失よりも前記固体壁との粘性摩擦による気体の流体力学的減速損失を重視しなければならない。すなわち、火だね内の気体は火だね外の気体にくらべてその温度のみならず圧力も十分に大きい。この圧力差にもとづく気体の運動が生じる。この気体は運動粘性率  $\nu$  をもった粘性流体であるから固体壁に隣接した境界層の厚さ  $\delta$  の薄い層内では固体壁に平行方向の気体の移動速度は急激に減少して固体壁ではゼロとなる境界層が存在する。この境界層の外では、摩擦のない運動に対応したポテンシャル流による速度  $u_0$  の気体の流れ(沖合主流)が実現される。

火だねの熱力学的量の密度が高くと火だねは立消えせざるを得ないので、 $2\delta$  が消火距離を与えらることとなる。すなわち、消火距離は  $\delta$  10 倍において点火燃焼空燃比-電極間距離曲線が空燃比に依存しない領域つまり曲線がほぼ垂直になる電極間隔に等しい。

$\phi$  10 倍における曲線  $W$  は  $r_1 = 0.05 \text{ cm}$  の細電極を高圧電極 22 として与えられた測定値であって、消火距離の実測値は 0.5 mm である。これは  $\phi$  (3) 式を用いれば  $2\delta_1$  に等しい。 $\phi$  10 倍における曲線  $V$  は  $r_2 = 0.128 \text{ cm}$  の太電極により与えられたものであって、消火距離の実測値は 0.8 mm である。これは  $\phi$  (4) 式を用いればほぼ  $2\delta_2$  に等しい。

$\phi$  10 倍における曲線  $W$  は  $r_1 = 0.05 \text{ cm}$  の細電極を高圧電極 2 とし長さ 5 mm の板状の電極を接地電極 1 としたときの  $\phi$  1 図 (a), (b) に示すタイプでの測定値である。板電極に關して  $\phi$  (2) 式の  $r$  を長さの  $1/2$  として  $r_1 = 0.025 \text{ cm}$  とおくと、 $\delta_1 = 0.055 \text{ cm}$  が得られる。消火距離として  $\delta_1 + \delta_2 \sim 0.08 \text{ cm} = 0.8 \text{ mm}$  が算出され、実測値と一致す

る。このことは放電の接地電極1は火花によって中心電極のみを接地電極としてその間には大幅に低減せしめられることを示している。この点、オ10図中の曲線Wは曲線Wの火花の放電の接地電極1にU字溝1'を設けることによって、放電の接地電極1による火花の2消え効果がある程度軽減できることを示している。これは従来の接地電極を凹ませた分だけ火花の接地電極が過ぎかり、電極間による火花の熱の伝導的な移動が減少するためとされている。電極間隙を拡大しないで、火花の燃焼空間をU字溝1'によって拡大したものであるから、火花の成長の有効空間長 $l_{eff}$ （オ8式参照）が大となり、曲線Wは左方に移動したものと考えられる。しかしながら、接地電極1に設けたU字溝1'は火花の空間を非対称にし、流体力学的に好ましくない凹凸を形成する。このため火花が成長する過程で乱流を引き起こす。乱流の熱伝導度、粘性および拡散係数は層流にくらべて桁違いに大きいから、火花の熱力学的量の電極間損失は格段に増大す

オ11式の $u_0$ の実効値は大幅に減少するので、電極支持部材表面につくられる境界層の厚さ $\delta_0$ は突起電極表面に形成される境界層（例えば $\delta_1$ ）にくらべてかなり大きい。そのため突起電極の突起高 $h_1$ に關し、

$$h_1 + \delta_1 \geq \delta_0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

では電極を突起させたことによる乱流の影響が少なくとも粘性層損失に關しては無視でき突起電極半分の効果のみが見るので、オ12図に示すように火花燃焼空間比は突起高に關してはほぼ飽和する。すなわち、

$$h_1 + \delta_1 < \delta_0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

の条件の突起高においては、突起電極間の空間内で成長した火花が支持部材空間に広がる時乱流に起因する厚い境界層のために減速せしめられる効果が存在するのでオ12図に示すように火花燃焼空間比は突起高 $h_1$ に依存する。

オ12図に示す実験結果は、

$$b_1 + \delta_1 = \delta_0 \quad \dots\dots\dots (7)$$

の境界条件における接地電極21の突起高は $h_1 =$

3623716  
と火花燃焼空間比は減少する。オ10図の電極間隙の大きな領域（ $l > 0.7 \text{ mm}$ ）で、この発明の火花の火花燃焼空間比曲線Wに比してU字溝付接地電極をもつ従来の火花の火花燃焼空間比曲線Wが下方へ寄るのはこのためである。

しかしながら、放電の接地電極1を突起電極としたこの発明の接地電極21を用いるとき、火花の成長抑制効果は大幅に排除される。この突起電極の面積効果は上述した通りであって、突起電極が細い火花の成長抑制効果は低減せしめられる。しかし、突起電極を設けたことによって火花の空間の幾何学的形状に段差が存在することによるマイナスのプロセスも発生する。すなわち電極間隙の突起電極間空間で発生した火花の気体の流れが突起電極間の狭い空間から突起電極外の広い空間に広がる時、火花の気体の運動の向きに増加する圧力差が生じ火花の拡大の流れを妨げる作用が発生する。この作用は境界層の中の気体に対して作用を及ぼす。その結果、突起電極の電極支持部材表面に形成される境界層に關し、

0.25 mmであることを示しており、その結果、オ13式を参照して $\delta_0 = 0.5 \text{ mm}$ が得られる。この $\delta_0$ の値はオ3図(b)およびオ3図(c)に示すように幅2.7 mm、長さ約5 mmの放電の電極支持部材23に突起位置に直径1 mmの内径の突起電極を付し接地電極21としたときに得られるものである。電極支持部材23の幅が更に小さいあるいは突起電極が電極支持部材23の先端に付されているときは $\delta_0 < 0.5 \text{ mm}$ となる。オ4図(a)、(b)およびオ5図(a)、(b)はこれに關する。いずれにせよ突起高 $h_1$ が0.25 mm以上であれば突起電極を設けたことによるデメリットは完全に排除されメリット要因のみが残ることが明らかである。また、後述するように運転時の内燃機においては境界層の厚さは上記1気圧非圧縮混合気におけるよりも小さいので、突起高 $h_1$ は約0.1 mm以上であればよい。ただし加工精度や使用中における磨耗を考慮すれば約0.25 mm以上であることが望ましい。

以上は電極間隙が狭く消火距離に近い条件下

の火だねについて主として説明してきたが  $L > 2\delta$  のときは、

$$L_{eff} = L - 2\delta \quad \dots\dots\dots (8)$$

の厚い厚さの厚さのないポテンシャル流の領域（沖合主波）が生じる。いま式(5)の条件は成立しているものとしている。電極にこまれた空間での流体が定常流であるときはポアズイユの式に従いそのときは電極から十分離れた場所においても沖合主波は生じない。しかし火だねの成長に伴う気体の流れは定常流ではないので沖合主波が生じる。この沖合主波が火だねの成長に対する有効空間長である。式(8)はこの有効空間長  $L_{eff}$  の拡大は電極間隔  $L$  を大きくすることと境界層の厚さ  $\delta$  を小さくすることによって達成されることを示している。電極間隔  $L$  を大きくすることには放電境界層上の制約があり、境界層の厚さ  $\delta$  を小さくするために電極半径  $r$  を小さくすることは電極材料の耐蝕上の制約があった。しかし現今いずれの制約も無いものではなくなっている。トランススタイグナイタにより放電境界層は拡大され、資金

次第に低下し火だねは成長し易くなり点火限界空燃比は次第に増大する。しかし火だねの熱力学的量の損失は固体壁損失以外に火だねの成長プロセス自体にも含まれている。すなわち、電極間隔  $L$  の小さな領域では、主に粘性抵抗のため電極壁に近づくほど火だねの燃費速度は小さくなり、火だねは球形に近くなる。球形火だね内の熱力学的量の火だね成長に伴う未燃焼気相への散逸は火だね半径  $r$  の2乗に逆比例して増大する。電極間隔  $L$  をさらに増大させるならば火だねは円柱形となり、円柱形火だねの熱力学的量の未燃焼気相への火だね成長における散逸は円柱の半径に逆比例する。すなわち、火だねの半径の増大に伴う熱力学的量の散逸は球形火だねより少なくてすむ。そのため点火限界空燃比は次第に上昇する。火だねが円柱形に達したときは両端の電極壁の割合は減少し点火限界空燃比—電極間隔曲線は飽和傾向を示すようになる。Fig. 10に示す曲線はいずれも電極間隔  $L$  の増大に伴って火だね形状が扁平（曲線の垂直領域）から球形を経て円柱状（曲線の水平領域）

特許 52-362377  
混合気からなる電極により耐蝕性は改善されている。従って前者の方法で有効空間長  $L_{eff}$  を拡大することができる。この有効空間長  $L_{eff}$  が拡大されると電気火花放電でつくられる初期火だねの熱力学的量の固体壁による損失割合が減少するので点火限界空燃比は増大する。すなわち点火限界空燃比は有効空間長  $L_{eff}$  と対応関係をもつ。有効空間長  $L_{eff}$  は式(8)式で与えられるので 0.25 mm 以上の突起高  $h_1$  をもつ電極の半径を小さくして境界層の厚さ  $\delta$  を減少させることは同一の点火限界空燃比を与える上で電極間隔  $L$  の減少と等価である。すなわち、Fig. 10において太電極に拘る点火限界空燃比曲線  $V$  はこれを細電極とすると  $\delta L = 2(\delta_2 - \delta_1) = 2(0.39 - 0.25) = 0.28$  mm だけ左方へ移動して点火限界空燃比曲線  $U$  にはば重なることとなる。このように電極半径  $r$  の効果は電極間隔  $L$  に等価変換されるので以下の説明では電極間隔  $L$  の効果のみについて詳述する。

火だね成長の有効空間長  $L_{eff}$  がゼロ以上で電極間隔  $L$  が大きくなるに従って固体壁損失の割合は

への移行および電極壁損失の相対的低下に対応して増大する点火限界空燃比をあらわしている。

これまでは1気圧の非圧縮混合気についての実験結果をもとにして述べてきたが、通常内燃機関は圧縮混合気を用いる。

圧縮比が増すに従って点火限界空燃比が上昇し点火限界電極間隔が減少する作用は次のように説明される。

- (I) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だね内から未燃焼気相へ供給されるべき火だねの成長に必要な熱力学的量が軽減される。
- (II) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だねの内と外の熱力学的量の差が減少するので、火だね内の熱力学的量の散逸が減少する。
- (III) 混合気が圧縮されたとき、火だねの成長、すなわち、球形または円柱形の火だねの半径の増大による火だね内の熱力学的量の減衰が、上記(I)および(II)の過剰のため弱められるのに対し、混合気

こゝに示されているときは電極半径の比である。したがって発生し加えられる熱力学的量は大きくなる。これは圧縮されているときは、混合気の体積断熱係数が大きいのであって、混合気が濃い、すなわち空燃比が小さいことと等価である。

(iv) 内燃機関の点火遅延の初期を越えて先行する点火遅延のため点火電極の温度は  $400^{\circ}\sim 800^{\circ}\text{C}$  程度に上昇しているので電極壁による伝導的な熱損失は少なくすむ。

(v) 熱伝達率された混合気が電極電極またはその電極支持部材の表面に形成する境界層の厚さは高温になるほど減少する（ボアッソンの断熱方程式をオムズに用いればそれは絶対温度に逆比例する）。運転時の内燃機関における火だね温度に測するものは前述した1気圧非圧縮時のものの約  $1/2\sim 1/3$  程度になる。

以上を要約するならば、点火性電極の形状に關係なく混合気が圧縮されると、火だねの成長に伴う熱力学的量の損失が減少し同時に火だね成長の有効電極間隔が増すことになる。従つて、

#### 換算

ブタン空燃比 = 20、ガソリン空燃比 = 17.8 のレベルを示す)との交点に対応する電極間隔は  $L = 1.59\text{ mm}$  である。すなわち、高圧電極22および接地電極21と共に電極支持部材23、24から0.25 mm以上突起せしめると同時に直径1 mmの細電極とした点火栓は、その電極間隔が  $L = 0.62\text{ mm}$  のとき最良空燃比の混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができ、 $L = 1.59\text{ mm}$  のとき空燃比 = 20 のイソブタン混合気または空燃比 = 17.8 のガソリン混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができる。

市販の高出力アイグニッションコイルを市販のミトランシスタ開閉器で動作させ発生した35 KVの尖鋭電圧パルスによる8気圧圧縮混合気中の点火電極間隔は2 mmであるから上記のような荷重混合気内燃機関の電気火花点火による運転は容易である。いすゞ自動車株式会社製のいすゞ117クーペX T型のガソリンエンジン（型式O 180 SK、水冷4サイクル、直上弁単カム軸式、圧縮比8.7、総排気量 = 1817 CC、1973年式、走行距離約3

万km）に關する実験において酸化鉄アイドルスクリーン調整のみで空燃比を十分大きくすることによってアイドリング時CO排出濃度が0.1%、HC排出濃度250 ppmの状態を実現することができた。この条件下での通常走行における運転性能および燃費性能には何の不都合も生じていない。

しかしながら実際の内燃機関を運転条件下で測定された点火電極間隔比—電極間隔曲線上の条件で使用することはできない。この曲線よりも十分右方の安全領域を利用しなければならない。オムズにおける曲線Wは従来の点火栓を1気圧非圧縮混合気を用いて得た点火電極間隔比—電極間隔曲線であつて、消炎距離は0.83 mmとなっている。しかるにこの点火栓は実際の内燃機関の仕様に応じて0.5—0.8 mmで使用することができるのである。従つてオムズに示す1気圧非圧縮混合気について得られた点火電極間隔比—電極間隔曲線は実際の内燃機関では十分な安定点火領域内にあるので、この曲線を動作基準曲線とみなすことは合理的である。

オムズにおいて曲線Uと直線  $X_1$ （最良空燃比レベル）との交点に対応する電極間隔は  $L = 0.62\text{ mm}$  である。また、曲線Uと直線  $X_2$ （イソ

ブタン空燃比 = 20）との交点に対応する電極間隔は  $L = 1.59\text{ mm}$  である。すなわち、高圧電極22および接地電極21と共に電極支持部材23、24から0.25 mm以上突起せしめると同時に直径1 mmの細電極とした点火栓は、その電極間隔が  $L = 0.62\text{ mm}$  のとき最良空燃比の混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができ、 $L = 1.59\text{ mm}$  のとき空燃比 = 20 のイソブタン混合気または空燃比 = 17.8 のガソリン混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができる。

市販の高出力アイグニッションコイルを市販のミトランシスタ開閉器で動作させ発生した35 KVの尖鋭電圧パルスによる8気圧圧縮混合気中の点火電極間隔は2 mmであるから上記のような荷重混合気内燃機関の電気火花点火による運転は容易である。いすゞ自動車株式会社製のいすゞ117クーペX T型のガソリンエンジン（型式O 180 SK、水冷4サイクル、直上弁単カム軸式、圧縮比8.7、総排気量 = 1817 CC、1973年式、走行距離約3

万km）に關する実験において酸化鉄アイドルスクリーン調整のみで空燃比を十分大きくすることによってアイドリング時CO排出濃度が0.1%、HC排出濃度250 ppmの状態を実現することができた。この条件下での通常走行における運転性能および燃費性能には何の不都合も生じていない。

少なくともロータリエンジンでは空燃比が最良空燃比に近ければ特別に特殊混合気を用いなくとも燃費性能は大幅に改善される。一方、内燃機関の通常の点火電極を用いるときは点火栓の電極間隔は0.8 mm以下であることが望ましい。電極間隔が  $L = 0.6\text{ mm}$  のとき、上述の点火栓動作基準曲線が最良空燃比直線  $X_1$  と交わるような点火栓の電極直径は1.7 mmとなることが、実験および計算から求められた。もちろんこの電極は電極支持部材23、24からそれぞれ0.25 mm以上突起したものについてである。すなわち、高圧電極22および接地電極21が共に、1.7 mm以下の直径であると同時にその電極支持部材23、24から0.25 mm以上突起している点火栓を用いるならば、



4オの点火電極を用いて電極間距離に以上の範囲の混合気で内燃機関を運転せしめることができる。従ってこの発明において點電極とは直径が1.7mm以下のものとし、主電極とは直径が1.7mmより大なるものとする限界を設定することができる。

点火限界空燃比を大ならしめるためには、点火時の火花電極および接地電極を共に突起せしめると同時に點電極とすることが有効であるが、一方、さらに電極間隙を長くすることも有効である。点火パルスの尖頭値を一定のまゝで、放電限界間隙を大ならしめるために3電極点火栓を用いることができる。すなわち、同一の点火パルスを用いるとき3電極点火栓の放電限界主電極間隙は2電極点火栓の放電限界間隙の1.75倍に拡大される。このような3電極点火栓の火だね成長のための有効空間長を大ならしめるべく、高圧電極32、トリガ電極33および接地電極31をすべて點電極とし、かつこれらすべての電極をそれぞれの電極支持部材34、35、36から突起させた9図(a)、(b)に示すような3電極点火栓37を用いるならば、2

電極点火栓200について上述したのと同時に消費電流の減少、点火限界空燃比の増大が認められた。

従来、稀薄混合気で点火するために実行されている力の一つは放電エネルギーを増大させることである。しかし、放電エネルギーを増大させてもそのエネルギーから生ずる火だねの熱力学的量の大部分を電極間損失として消費せしめている点火栓構造を改善せぬ限り大きな効果は望めない。そのみか放電エネルギーを限界以上に大ならしめるとき、火だね周囲の流体構造は乱流となり、その熱伝導度、粘性、および拡散係数は桁違いに増大し火だねの熱力学的量の電極間損失は格段に増大するので、即ち点火条件は低減せしめられる。さらに、放電エネルギーの増大は電極間の電圧を加通して点火栓寿命を短くする。

また、従来の可燃性混合気の電気火花点火に関する理論的考察には火だねの流体力学的アプローチが殆んどなされていない。例えば、点火限界電極間隙は放電エネルギーと電極間への直接的な熱

伝導損失および燃焼活性物質の電極間への拡散速度の函数によって決まるという推論の域を出ていない。この発明は火だねの成長過程を単なるエネルギー収支に限定せず、火だね気体の熱力学的量すなわちエンタルピー（熱エネルギーと仕事の和）および圧力、密度の空間分布にもとづく流体力学的振舞を理論的実験的に考察することによって点火条件（点火下限界電極間隙および点火限界空燃比）を大幅に拡大する点火栓構造を見出したものである。

また、従来の細電極点火栓は放電極性の効果のみを考慮し（高圧電極）のみを點電極とすることとどまっている。この発明は火だねおよびその成長には電気的極性がなく、熱力学的および流体力学的過程が支配的な影響を及ぼすことに着目し、すべての電極を點電極としさらにそれを電極支持部材から突起せしめることにより格段の特性改善を達成したものである。

この発明による点火栓の既存の内燃機関への適用はきわめて簡単であり、いわゆるレシプロ型、

ロータリ型、あるいは気化器給気式、燃料噴射式等の各種のものに適用できる。

特に燃焼室が扁平でかつ移動するロータリエンジンでは混合気の濃淡の分布ができる。相対的に濃い領域の混合気が従来の電気火花で点火されるためには、相対的に濃い領域の混合気の絶対濃度は極めて高くなるのでロータリエンジンの燃焼室の全体の平均の空燃比は非常に小さいものとなり、HCおよびCOの排出が大で燃料消費率が高くなる。このようなロータリエンジンあるいは往復の方法で人為的に混合気の濃淡を生ぜしめる成層給気エンジンにおいて、一つの燃焼室に2個以上の点火栓を設ける必要のある場合でもこの発明の点火栓を使用することが容易であり、濃い混合気領域の点火燃焼を効率よく実現することができるので、HCおよびCOの排出減少と燃料消費率の低減をはかることができる。

ガソリン等液体燃料を使用する内燃機関の濃度が低い始動時には、燃料の蒸発化率が低く、また電極温度が低く点火しにくい場合があるが、この

発明による点火性は点火限界空燃比が大きいので、始動点火も容易となる。

以上詳細に説明したように、この発明は対向するすべての電極を副電極にして、かつそれぞれの電極支持部材から突起せしめた2電極もしくは3電極点火性を内燃機関に用い、さらに空燃混合比よりも高い混合気を形成させる燃料供給装置を具備するだけでH C、COおよびNO<sub>x</sub>の排出量の少ないいわゆる低公害エンジンを実現できる。従って内燃機関の構造および作動が簡単であるから、排ガス特性と運転性能および燃費性能とを制御させる技術およびそのような条件を満足する内燃機関の量産技術および品質管理技術の確立が容易である。また、使用過程中のエンジンの低公害化も容易である。

かように点火のメカニズムを追究した結果にもとづくこの発明の点火性を内燃機関へ適用するならば、現今急遽な解決が要求されている排気ガスの問題を低コストで解決することができ、その技術的、社会的意義はきわめて大きいものである。

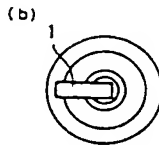
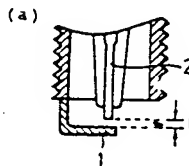
#### 4. 図面の簡単な説明

オ1図(a)、(b)は従来の副電極点火性の一例を示す要部のみの縦断面図および底面図。オ2図(a)~(c)は他の従来の例を示すもので、オ2図(a)、(c)は同じく要部のみを示すそれぞれの縦断面図、オ2図(b)はオ2図(a)の底面図、オ3図(a)~(c)はこの発明の2電極点火性の一実施例を示すもので、オ3図(a)はその縦断面図、オ3図(b)はオ3図(a)の要部縦断面図、オ3図(c)は同じく底面図、オ4図(a)、(b)~オ8図(a)、(b)はこの発明の他の実施例を示すもので、各(a)図は要部の縦断面図、各(b)図は各(a)図の底面図、オ9図(a)、(b)はこの発明の3電極点火性の一実施例を示すもので、オ9図(a)はその縦断面図、オ9図(b)はその底面図、オ10図、オ11図はこの発明の点火性と従来の例との対比を示す点火限界空燃比低下の電極間距離依存性をそれぞれ示す特性図、オ12図はこの発明の点火性による点火限界空燃比の電極支持部材からの電極突起高依存性を示す特性図である。

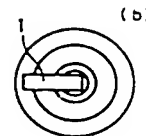
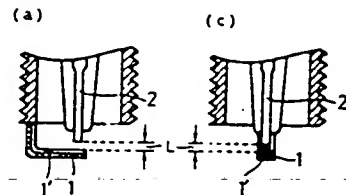
図中、21は接地電極、22は高圧電極、23、24は電極支持部材、25は外筒、26は中軸、27は高圧電極端子、28はガスケット、29はねじ、200は2電極点火性、31は接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、300は3電極点火性である。

代理人 小林 哲 高

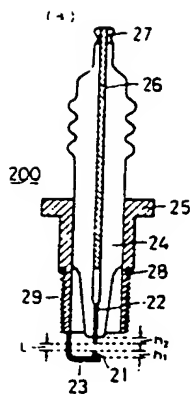
第 1 図



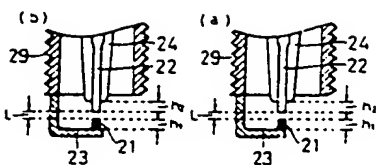
第 2 図



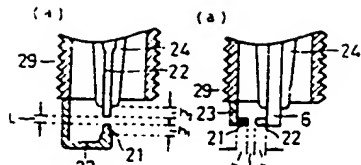
第 3 図



第 4 図

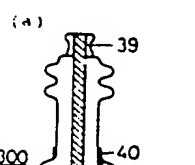


第 6 図

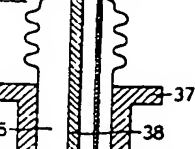
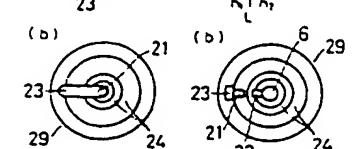
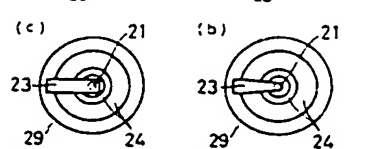


第 7 図

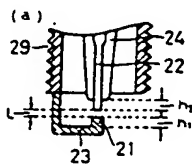
第 9 図



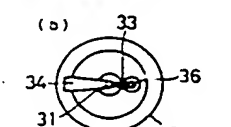
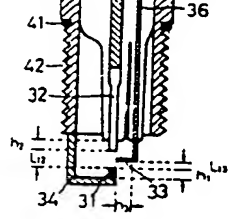
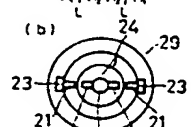
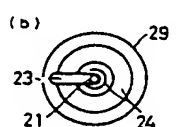
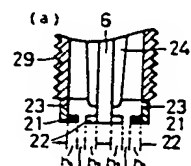
第 9 図



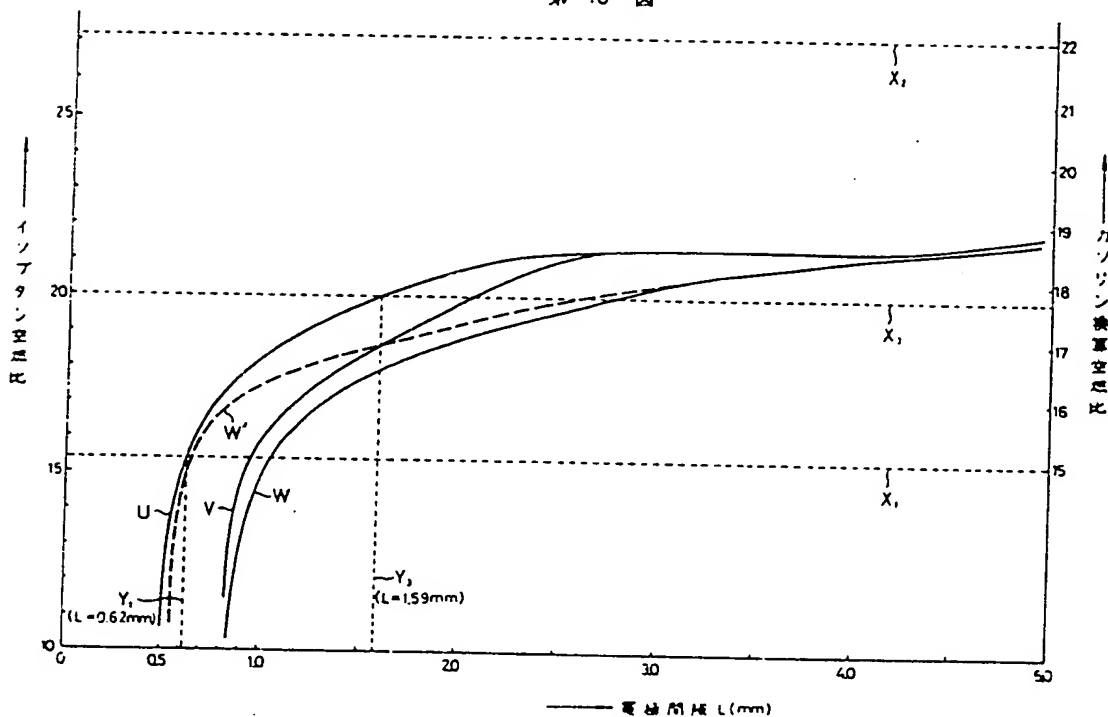
第 5 図



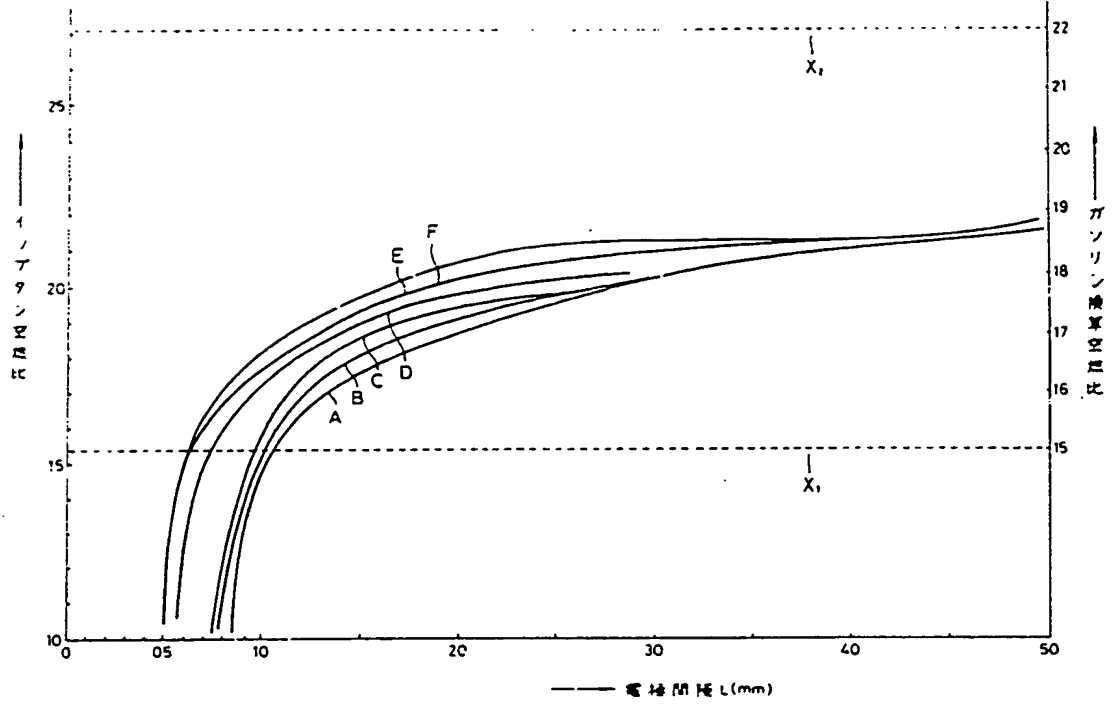
第 8 図



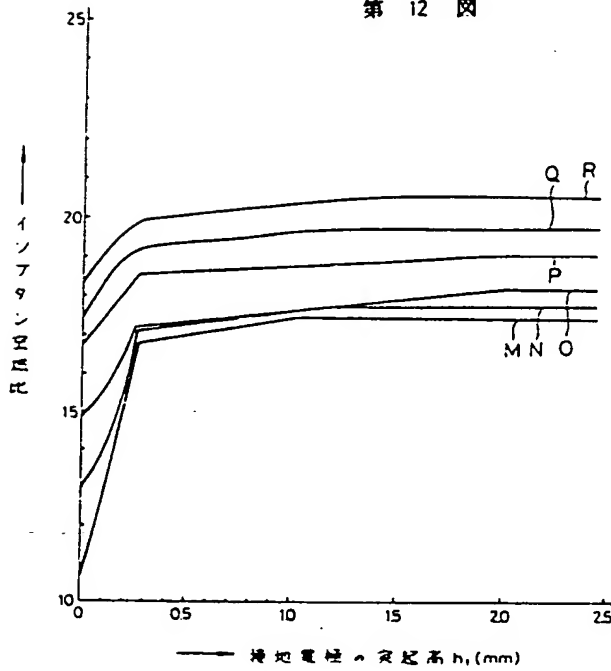
第 10 図



第 11 図



第 12 図



6. 前記以外の発明者

兵庫県尼崎市東園田町 6 丁目 116 番地の 4  
西田 昌 雄

## 手続補正書 (自発)

昭和 51 年 12 月 15 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特開昭 50-110873 号

2. 発明の名称 自動車内燃機関用電気火花点火栓

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

大阪府大阪市淀川区三津屋中 2 丁目 5 番 4 号 補正する。

新コスモス電機株式会社

代表者 笠原 理一郎

4. 代理人 甲 101

東京都千代田区神田神保町 1 丁目 15 番 本下第 2 ビル 4 階  
福田・小林特許事務所 電話 (291-9771 番)

(7171) 弁護士 小林 得 高

図の実現を容易にせんとするものである。すなわち、この発明の点火栓を用い、フィードバック、エンジンブレーキ、定速、加速および減速を含む運転モードにおいて、混合気の空気過剰率  $\lambda$  が  $\lambda_0$  を満たす希薄混合気を形成させる混合気供給装置を具備せしめることによつて、HIC、C/O および NOx の排出量の少ない、いわゆる希薄混合気燃焼の自動車用低公害内燃機関を容易に実現することができる。

(3) 同じく第 2 頁 19 行～第 2 頁 21 行の「火たね成長の……」をあらわしている。」の箇所を下記のように補正する。

「火たね成長の有効空間長  $L_{eff}$  がゼロ以上で燃焼開始しが大きくなるに従つて、火花放電時に形成される初期火炎核の体積が増大する。その結果、火花核内での単位時間あたりの燃焼発熱密度が増大して火花核からの単位時間あたりの放熱密度を低減しにくくなるため初期火炎核、つまり火たねは成長し易くなる。すなわち、より希薄な燃料濃度でも点火が実現可能となる。従つて第 10 図に示

5. 補正の概要

明細書 2  
発明の名称の欄、明細書の特許請求の範囲の欄、  
発明の詳細な説明の欄および図面

6. 補正の内容

(1) 明細書の第 1 頁 3 行の発明の名称を「自動車用内燃機関用電気火花点火栓」と補正する。

(2) 同じく特許請求の範囲を別紙のように補正する。

(3) 同じく第 1 頁 17～20 行の「この発明は、……」するものである。」の箇所を下記のように

「この発明は、自動車用内燃機関の電気火花点火栓に関するものであり、電気火花点火栓を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することによつて排ガス特性の優れた自動車用低公害内燃機関を容易に実現することを目的とするものである。」

(4) 同じく第 3 頁 4～5 行の「のであり、……」である。」の箇所を下記のように補正する。  
「のであり、これによつて自動車用低公害内燃機

すように燃焼温度の増大に伴つて、点火遅延率および燃焼率は次第に増大する。」

(6) 同じく第 6 頁 17～20 行の：(iii) お混合気が……を……し、混合気」の箇所を：(iii) 混合気」と訂正する。

(7) 同じく第 5 頁 7～8 行の「より薄い……」の排出量の」の箇所を下記のように補正する。  
「より薄い混合気を形成させる混合気供給装置を具備することによつて HIC、C/O および NOx の排出量の」

(8) 第 11 図を別紙のように補正する。

頁 1

## 2. 特許請求の範囲

(1) 高圧電極と接地電極をもつ2電極点火栓において、前記高圧電極および接地電極を共にそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極および接地電極を共に細電極としたことを特徴とする自動車内燃機関用電気火花点火栓。

(2) 高圧電極、トリガ電極および接地電極をもつ3電極点火栓において、高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべてそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべて細電極としたことを特徴とする自動車内燃機関用電気火花点火栓。

第 11 図

